

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001061064
PUBLICATION DATE : 06-03-01

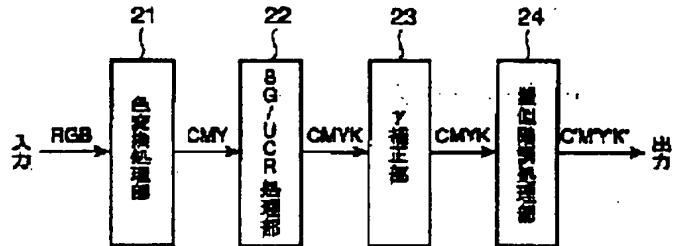
APPLICATION DATE : 25-04-00
APPLICATION NUMBER : 2000123972

APPLICANT : TOSHIBA TEC CORP;

INVENTOR : UMEZAWA HIROMOTO;

INT.CL. : H04N 1/40 G06T 5/00 H04N 1/405
H04N 1/407

TITLE : IMAGE PROCESSOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance gradation reproducibility by incorporating gamma conversion to convert image data so that output characteristics of a two-dimensional plane image output means become target characteristics in a threshold of each threshold plane to be used for multilevel dither processing by a dither processing means.

SOLUTION: An ink component is extracted from a CMY color to convert the CMY color into a CMYK color which is supplied to a gamma correcting part 23 by a BG/UCR processing part 22. The CMYK color is supplied to a pseudo gradation processing part 24 by density correction according to substantial output characteristics of a printer to the CMYK color by the gamma correcting part 23. Data of one pixel is converted into multilevel image data with the small number of gradations as approximately 2 to 4 bits for each color depending on a printing ability of the printer for every color by multilevel dither processing by the pseudo gradation processing part 24. And gamma conversion to convert image data so that the output characteristics of the two-dimensional plane image output means become the target characteristics is incorporated into the threshold of each dither threshold plain to be used for the multilevel dither processing by the dither processing means.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-61064
(P2001-61064A)

(43) 公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル*(参考)
H 0 4 N 1/40		H 0 4 N 1/40	1 0 3 B 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00	1 0 0	G 0 6 T 5/00	1 0 0 5 C 0 7 7
	2 0 0		2 0 0 A
H 0 4 N 1/405		H 0 4 N 1/40	C
1/407			1 0 1 E

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-123972(P2000-123972)

(22) 出願日 平成12年4月25日(2000.4.25)

(31) 優先権主張番号 特願平11-166878

(32) 優先日 平成11年6月14日(1999.6.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003562

東芝テック株式会社

東京都千代田区神田錦町1丁目1番地

(72) 発明者 中原 信彦

静岡県三島市南町6番/8号 東芝テック株式会社製品開発センター内

(72) 発明者 梅澤 浩基

静岡県三島市南町6番/8号 東芝テック株式会社製品開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

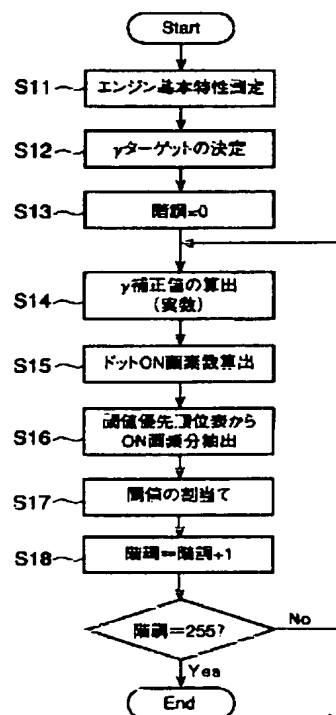
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】階調再現性の向上を図る。

【解決手段】ドット数が均等に割り振られた多値ディザマトリクスを用いた多値ディザ処理により実質的なエンジンの階調特性を得る。次に、ターゲットの決定を行い、この決定されたターゲット特性に合わせて各入力階調値に対し変換するガンマ補正階調値を算出する。そしてこの算出した値に最も近い値を多値ディザマトリクスの出力特性の曲線上から得てこのときのONドット数に換算し、閾値優先順位表からON画素分の抽出を行い、ONさせるドット数に応じて全閾値プレーン間の優先順位の小さい順に多値ディザの閾値を割り当てる。この処理を全階調にわたって繰返し行うことで、全閾値プレーンにおいてすべての閾値を埋め、これにより全閾値プレーン間の閾値にガンマ変換特性を組み込むことができ、エンジンの階調特性をターゲット特性に合わせ込むことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、

前記ディザ処理手段は、前記2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いる各ディザ閾値プレーンの閾値に組み込んだことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 ディザ処理手段は、ガンマ変換処理を組み込む前の第1の各ディザ閾値プレーンの閾値で多値ディザ処理した2次元平面画像出力手段の出力結果と前記第1の全ディザ閾値プレーンに対して判定がオンとなる総数とに基づいてガンマ変換処理を組み込んだ第2の各ディザ閾値プレーンの閾値を決定し設定したことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、

前記ディザ処理手段は、低階調の入力画像データに対応する複数のディザ閾値プレーンに跨る領域の閾値配列を、組織的ディザによる規則的な出力となる出現パターンが優先的に出力されるように各ディザ閾値プレーン間に相関を持たせ、前記2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いる各ディザ閾値プレーンの閾値に組み込んだことを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 ディザ処理手段は、ガンマ変換処理を組み込む前の第1の各ディザ閾値プレーンの閾値で多値ディザ処理した2次元平面画像出力手段の出力結果と前記第1の全ディザ閾値プレーンに対して判定がオンとなる総数とに基づいてガンマ変換処理を組み込んだ第2の各ディザ閾値プレーンの閾値を決定し設定したことを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

【請求項5】 1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、

前記ディザ処理手段は、複数あるディザ閾値プレーンに跨る閾値配列を、入力画像データの中間階調から高階調に対応する前記閾値配列の領域によって変換した出力画像データを前記2次元平面画像出力手段によって出力したときに出現するドットパターンの種類が、入力画像データの低階調に対応する前記閾値配列の領域によって変

換した出力画像データを前記2次元平面画像出力手段によって出力したときに出現するドットパターンの種類よりも多くなるように各ディザ閾値プレーン間に相関を持たせ、前記2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いるディザ閾値マトリクスの閾値に組み込んだことを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 ディザ処理手段は、ガンマ変換処理を組み込む前の第1の各ディザ閾値プレーンの閾値で多値ディザ処理した2次元平面画像出力手段の出力結果と前記第1の全ディザ閾値プレーンに対して判定がオンとなる総数とに基づいてガンマ変換処理を組み込んだ第2の各ディザ閾値プレーンの閾値を決定し設定したことを特徴とする請求項5記載の画像処理装置。

【請求項7】 1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、

前記ディザ処理手段は、複数あるディザ閾値プレーンに跨る任意の同一画素位置での対応する閾値配列が線形順位となる規定の閾値配列以外の順序を持ち、前記2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いるディザ閾値マトリクスの閾値に組み込んだことを特徴とする画像処理装置。

【請求項8】 ディザ処理手段は、ガンマ変換処理を組み込む前の第1の各ディザ閾値プレーンの閾値で多値ディザ処理した2次元平面画像出力手段の出力結果と前記第1の全ディザ閾値プレーンに対して判定がオンとなる総数とに基づいてガンマ変換処理を組み込んだ第2の各ディザ閾値プレーンの閾値を決定し設定したことを特徴とする請求項7記載の画像処理装置。

【請求項9】 1画素M階調の入力階調画像データを画像変換手段により基準閾値配列を用いてK ($K \geq 2$) 画素N ($N \geq 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、

前記画像変換手段は、前記2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を画像変換処理に用いる各閾値プレーンの閾値に組み込んだことを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】 画像変換手段は、ガンマ変換処理を組み込む前の第1の各閾値プレーンの閾値で画像変換処理した2次元平面画像出力手段の出力結果と前記第1の全閾値プレーンに対して判定がオンとなる総数とに基づいてガンマ変換処理を組み込んだ第2の各閾値プレーンの閾値を決定し設定したことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多値の入力画像データをディザ処理して、より小さい階調数の画像データに変換するプリンタ、複写機、ファクシミリ、MFP（Multi-Function Peripheral）等に使用される画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ラインLED（発光ダイオード）ヘッド、ラインサーマルヘッド、ラインインクジェットヘッド等ラインヘッドを用いたプリンタなどの画像形成装置では、ヘッドが有する分解能のまま同じ大きさのドットを記録紙上に印刷することにより2値の画像を形成していた。すなわち、ラインLEDヘッドの場合は、ライン状に配列された複数の記録素子である複数のLEDのラスタ方向の間隔のまま同じ大きさのドットを記録紙上に印刷し、ラインサーマルヘッドの場合は、ライン状に配列された複数の記録素子である複数の発熱抵抗体のラスタ方向の間隔のまま同じ大きさのドットを記録紙上に印刷し、ラインインクジェットヘッドの場合は、ライン状に配列された複数の記録素子である複数のインク吐出口のラスタ方向の間隔のまま同じ大きさのドットを記録紙上に印刷して2値の画像を形成していた。また、これらのヘッドを複数回走査する事により素子の間隔以上の解像度に対応することも一般的に行われている。

【0003】このような記録ヘッドを備えた画像形成装置においては、文字／線画画像は、単純にヘッドの分解能分あるいは走査間隔分の2値画像として再現し、グラフィック／写真画像は、組織的ディザ法、あるいは誤差拡散法といった擬似階調処理により画像を再現していた。この場合の擬似階調処理においては、高解像度の保持と高階調の再現の両立は非常に難しく、特に組織的ディザ処理では、解像度と階調性は相反する特性を有していた。なお、色文字や濃淡文字等にも擬似階調処理は使用されている。

【0004】一方、このような記録ヘッドを備えた画像形成装置において、さらに、入力画像データを多値ディザ処理により生成した多値の画像データを用い、1画素内の出力面積を変調することによって1画素内を数段階の階調で表現できるような画像形成装置も出現してきている。これら装置に使われる複数の記録素子から構成される記録ヘッドと出力されたドットの状態例を図29に示す。図中1は記録ヘッド、2はインク吐出口である。また、3は出力ドットを示している。

【0005】この図29においては簡単のため1画素を白を含めた3値で表すことができる画像形成装置のドット出力例を示している。また、これらのライン状の記録素子を4つ、あるいは3つ並列に配置することでC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（ブラック）のカラー画像、あるいはCMYのカラー画像を記録

することができる。

【0006】このような多値の画像データを印字できる画像形成装置においては、色変換処理やUCR（下色除去）処理、あるいはガンマ補正といった各種画像処理を施した後に、プリンタエンジン固有の規定の階調数を再現するために、各色毎にスクリーン角を用いた多値ディザ処理、あるいは多値誤差拡散処理といった多値の擬似階調処理を行い1画素数ビットの多値画像データを得ている。そして、1画素により多くの情報量を集中させて画像再現性の向上を図っている。

【0007】一般的に組織的ディザ処理は処理が軽く、構成の自由度も高く、高速性がありコストも抑えることができる。ただし、画質的には誤差拡散処理の方が優れていると言われている。組織的ディザ処理は閾値処理による量子化誤差をそのまま切り捨てているのに対し、誤差拡散処理では量子化誤差を周辺画素に保存している点がアルゴリズム的な大きな違いである。この結果として出力特性から見れば最適化された誤差拡散処理では人間の視覚特性上から出力パターンが最も目立ちにくい高周波特性を持った出力パターンとなり、エッジ保存効果も大きいことが組織的ディザ処理に対して画質的に有利な点となっている。

【0008】一方、多値の擬似中間階調処理の場合は、2値の場合ほどその画質に差は生じないことも判っている。これは、多値化による効果として多値化のレベルを増やすほど2値化の場合に比べて切り捨てられる量子化誤差が格段に小さくなるためである。特に高解像度時に於ける1画素で表現できる階調数が多いほどその画質には差は無くなっていく。

【0009】さらに、最近ではストカスティックディザやクラスタを改良した固定マスクディザを用いることによって、誤差拡散処理並みの出力特性を組織的ディザ処理と同じ高速処理で実現する方法も開発されてきている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一般的な2値のディザ処理は、基本的には単独1プレーンのディザマトリクスの閾値配列のみ考慮すれば良く、入力画素と対応する位置のディザマトリクスの閾値との画素対画素比較により2値の出力画像を得ている。この様子を図30に示す。この図30では既に公知の4×4 Bayer型ディザマトリクスを使用した場合の模式図である。ここでは説明の簡略化のため、入力4bitに対応したディザマトリクスの閾値と入力画像との比較がなされ、例えば、入力画素値が対応するディザマトリクスの閾値よりも大きければ1（黒）、小さければ0（白）を出力し、全体として1あるいは0の組み合わせを持つ2値化出力状態を得る場合を示している。

【0011】ここでディザマトリクスは図30に示すように、その基本ディザマトリクス（基準閾値配列）サイ

ズ周期でタイル上に繰り返し使用され、入力全画素に対して上述した処理を同様に行う構成となっている。また、一般的なプリンタ等の出力装置においてはデジタル的な正方格子で画素を構成できることはなく、各出力デバイスのプロセス上の制限から円形に近い形の出力となることが多い。この場合の出力の様子を図31に示す。この図31のドットサイズに示すように一般的にベタ画像を印字した場合、隙間が発生しない様に印字画素の形状は理想正方ピクセルを完全に覆う形、すなわち、解像度ピッチの $\sqrt{2}$ 倍以上の直径を持つ円となるように設計される。

【0012】一方、多値ディザ処理においては、上記した基本となるディザマトリクス配列の他に、深さ（画素レベル）方向への考慮も必要となる。例えばD値の多値ディザ処理を行う場合は（D-1）個分の閾値プレーンが必要となり、個々の閾値プレーンのディザ閾値と入力画像との比較がされ、D値の出力画像を得る。この場合の多値ディザ処理の概略模式図を図32に示し、出力の様子を図33に示す。図32は0（白）を含め8値の多値出力を示す模式図になっている。

【0013】このとき一般的にディザ処理では各閾値プレーン間において何らかの相関性を持たせた方が画質的に優れるため、この基準閾値配列を基に（D-1）個分のディザマトリクスの閾値を自動的に算出することが多い。この各プレーン間の相関性を考慮した多値ディザ処理としては、各プレーンに跨る閾値配列の振り分け方により大きく分けて、図34の(a)、(b)に示す2つのシーケンスがある。この図34においては説明を簡単にするために、入力8bitの画像データを2×2の基本閾値配列を使って1画素4値（2bit）の画像に変換する多値ディザ処理を示している。

【0014】図34の(a)のシーケンス方法は、閾値を小さい順に各プレーン単位に埋めていく方法であり、インクジェットプリンタ等、隣接画素のドットの出現状態に基本的に影響され難く、単独画素毎での画像形成が安定して再現する事ができるプリンタに使用されるディザ処理である。解像度は、ほぼエンジンの解像性能に匹敵し、非常に高く、ドット密度が高くなる場合であり、面積変調で画像を再現する場合の理想的な方法である。ただし、同一サイズ及び近接サイズの画素で画面が埋められ易いため、印字精度の影響を受け易い。

【0015】図34の(b)のシーケンス方法は、閾値を小さい順に処理対象となる任意の1つの画素に対して順に埋めていく方法であり、レーザプリンタあるいはサーマルプリンタ等、隣接画素のドットの出現状態に影響され易く、単独画素での画素形成が困難且つ不安定なプリンタに多用されるディザ処理である。解像度は低く、ドット密度が粗くなる場合であり、このディザの閾値配列をドット集中型にすると網点と呼ばれる画像が形成される。解像度が低い画素単位の微小な印字精度ムラは

吸収される。なお、この2例はどちらも1つの基準閾値プレーンと深さ方向への画素成長順序の定義をすれば自動的に全閾値が導き出される。

【0016】また、標準のC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（ブラック）の4色を使用したカラー画像形成の場合について考えると、多値ディザ処理としては、スクリーン角を用いた網点ディザやBayerに代表される分散系ディザ、あるいはその中間のクラスターディザ等の方式が既に種々開発されている。

【0017】しかし、これらのディザ処理においては多くの問題点を含んでいる。例えば、スクリーン角を用いた網点をディザ処理に適用すると、各色間の干渉によりロゼッタ等のモアレが発生してしまう。また、従来のBayer型のような分散系のディザマトリクスを使用するとドット配置の自由度が少ないため特定の階調部で視覚に目立つテクスチャが発生してしまう。このように全色、全階調にわたって最適な出力特性を得るには解決する問題は多い。

【0018】これらは2値に限らず、多値に適用したとしても同様の現象が発生する。特に、図34の(b)に示すシーケンスのディザ処理においては顕著に発生するが、図34の(a)のシーケンスのディザ処理においても完全に消えるわけではない。さらに、クラスタータイプも含めて、これらの組織的ディザ処理全般に言えることは、入力全階調域にわたって周期性が視覚に目立ち易いと言う問題である。特に、プリンタのような比較的解像度の低い出力装置の場合は、その周期性がきわめて視覚に目立ってしまい易いと言う問題点がある。このように従来の固定周期型ディザにおいては、現時点でも各種問題点を含んでおり、さらに様々な出力装置毎に異なる特徴を持った各々の出力特性を考慮した基準閾値配列の設計についても改良する余地がある。

【0019】最近ではストカスティックディザやクラスタを改良した固定マスクディザを用いることによって、誤差拡散処理並みの出力特性を組織的ディザ処理と同じ高速処理で実現する方法も開発されてきている。この好適な一例として、Robert Unichney著の「The Void-and-Cluster Method for Dither Array Generation」（SPIE/IS&T Symposium on Electronic Imaging Science and Technology, San Jose, CA, February, 1993）等がある。しかし、これらの処理は、理想系での理論的な出力特性しか考えられていないため、せいぜい2値プリンタのドットオーバーラップモデルでの出力特性が考慮されている程度である。

【0020】従って、固有の各出力装置のもつ実際の精度的な出力特性等は考慮されていなく、さらに、マルチレベルの出力装置に対してもその実特性はほとんど配慮されていない。また、一般的にストカスティックディザは、必要となるマトリクスサイズが128×128以上と相当大きくなってしまい、ディザ自身の簡易構成に対

してメモリ容量を大きく取ってしまう。特に多値ディザでは冗長的ともいえるメモリ容量を必要とする。

【0021】そこで、本発明は、階調再現性を向上できる画像処理装置を提供する。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明は、1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、ディザ処理手段は、2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いる各ディザ閾値プレーンの閾値に組み込んだことにある。

【0023】また、本発明は、1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、ディザ処理手段は、低階調の入力画像データに対応する複数のディザ閾値プレーンに跨る領域の閾値配列を、組織的ディザによる規則的な出力となる出現パターンが優先的に出力されるように各ディザ閾値プレーン間に相関を持たせ、2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いる各ディザ閾値プレーンの閾値に組み込んだことにある。

【0024】また、本発明は、1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、ディザ処理手段は、複数あるディザ閾値プレーンに跨る閾値配列を、入力画像データの中間階調から高階調に対応する閾値配列の領域によって変換した出力画像データを2次元平面画像出力手段によって出力したときに出現するドットパターンの種類が、入力画像データの低階調に対応する閾値配列の領域によって変換した出力画像データを2次元平面画像出力手段によって出力したときに出現するドットパターンの種類よりも多くなるように各ディザ閾値プレーン間に相関を持たせ、2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いるディザ閾値マトリクスの閾値に組み込んだことにある。

【0025】さらに、本発明は、1画素M階調の入力階調画像データをディザ処理手段により基準閾値配列を用いて多値ディザ処理を行い1画素N ($M > N > 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、ディザ処理手段は、複数あるディザ閾値プレーンに跨る任意の同

一画素位置での対応する閾値配列が線形順位となる規定の閾値配列以外の順序を持ち、2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を多値ディザ処理に用いるディザ閾値マトリクスの閾値に組み込んだことにある。

【0026】さらにまた、本発明は、1画素M階調の入力階調画像データを画像変換手段により基準閾値配列を用いてK ($K \geq 2$) 画素N ($N \geq 2$) 階調の出力画像データに変換してから2次元平面画像出力手段により画像出力する画像処理装置において、画像変換手段は、2次元平面画像出力手段の出力特性がターゲット特性になるように画像データを変換するガンマ変換処理を画像変換処理に用いる各閾値プレーンの閾値に組み込んだことにある。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、この実施の形態は本発明をカラーインクジェットプリンタに適用したものについて述べる。図1は、全体のハードウェア構成を示すブロック図で、ホストコンピュータ11から2次元平面画像出力手段であるプリンタ12に対して1画素M階調のカラー画像データを転送するようになっている。すなわち、ホストコンピュータ11はプリンタ12とのインターフェース特性に合わせて、ドライバ111からプリンタ12のプリンタコントローラ121にコードあるいはラスタのデータを転送するようになっている。

【0028】前記プリンタ12は、前記プリンタコントローラ121により、プリンタエンジン122を駆動制御するようになっている。前記プリンタコントローラ121は、前記ホストコンピュータ11から送られてきたコード化された画像データ、例えばPDL等のページ記述言語をビットマップに展開し、かつ、各画像処理を行った後、内蔵しているイメージメモリに格納するようになっている。

【0029】前記プリンタエンジン122は、前記プリンタコントローラ121からのビットマップの画像データを駆動信号に変換し、用紙の搬送やカラーインクジェットヘッドの駆動等を行って印字動作を行うようになっている。

【0030】なお、前記ホストコンピュータ11とプリンタ12との関係は必ずしも1対1である必要はなく、最近普及しているネットワークにネットワークプリンタとして使用しても良く、この場合は複数対1の関係になる。また、前記プリンタコントローラ121とプリンタエンジン122とのインターフェースは、基本的にプリンタのアーキテクチャに依存するものであり規定化されるものではない。

【0031】図2は、前記プリンタコントローラ121内の画像処理部の一構成例を示すブロック図で、色変換処理部21、BG/UCR処理部22、ガンマ(γ)補

正部23、擬似階調処理部24からなり、例えば、入力された各色8bitのモニターなどで標準的なRGB色信号を、先ず、色変換処理部21で、プリンタでの色再現色のCMY色に変換してBG/UCR処理部22に供給する。なお、R、G、Bはレッド、グリーン、ブルーの各色を示し、C、M、Yはシアン、マゼンタ、イエローの各色を示している。

【0032】前記BG/UCR処理部22は、CMY色から墨成分を抽出し、且つ、その後のCMY色を決定し、最終的にCMYK色に変換してガンマ補正部23に供給する。なお、Kはブラックを示している。

【0033】前記ガンマ補正部23は、CMYK色に対してプリンタの実質出力特性に応じた濃度補正を行って擬似階調処理部24に供給する。そして、前記擬似階調処理部24は、各色毎に多値ディザ処理により1画素のデータをプリンタ12の印字能力に合わせた各色2～4bit程度の、より小さい階調数の多値画像データに変換するようになっている。

【0034】図3は前記プリンタエンジン122のハードウェア構成を示すブロック図で、コントロール部31を備え、各色数bitの多値画像データにより前記コントロール部31は前記プリンタコントローラ121からの画像データによりシアンインクジェットヘッド32、マゼンタインクジェットヘッド33、イエローインクジェットヘッド34、ブラックインクジェットヘッド35をそれぞれ駆動制御するとともに、前記各ヘッド32～35を回転ドラムの回転軸方向に往復移動制御するヘッド移動用装置36、印字用紙を回転ドラムに搬送する用紙搬送モータ37、回転ドラムを回転駆動するドラム用モータ38、回転ドラムに巻き付けた印字用紙を帯電固定する帯電ローラを備えた用紙固定装置39をそれぞれ駆動制御するようになっている。

【0035】前記プリンタエンジン122は回転ドラムの回転軸方向に沿って前記各ヘッド32～35を並べて搭載した往復移動機構を設け、前記用紙搬送用モータ37により搬送される印字用紙を前記回転ドラムに巻き付けるとともにこの巻き付けた印字用紙を用紙固定装置39で帯電固定し、その後、ドラム用モータ38により回転ドラムを回転させるとともに前記各インクジェットヘッド32～35を印字データに基づいて駆動し、さらに、ヘッド移動用装置36により往復移動機構を駆動し、回転ドラムが1回転したときに各インクジェットヘッド32～35がそのインク吐出口間隔の1/2だけ移動し、さらに続けて前記各インクジェットヘッド32～35を印字データに基づいて駆動し、回転ドラムが2回転したときに1枚の印字用紙に対する印字が終了し、これにより、印字用紙に対して各インクジェットヘッド32～35のインク吐出間隔の2倍の解像度で印字できるようになっている。

【0036】前記擬似階調処理部24は本発明の要部を

構成するもので、この処理部の機能について、例えば8bit、256階調(0:白、255:黒)の入力階調画像データを擬似中間調処理して各色3bit、8階調(0:白、7:黒)に変換する場合を例として説明する。なお、入力、出力とも上記階調数に限定されるものではなく、任意の階調数に変更できることは、以下の実施例から容易に察することができる。

【0037】プリンタの能力として各色3bitの画像が扱える場合、例えば、擬似階調処理によって各色3bitの多値の画像データを得ることができる。これは、図4に示すように1画素につき各色7種類の可変ドットサイズを用いて、白を含め計8階調の階調を1画素内で再現できる。なお、これを基本8階調特性と称する。

【0038】また、一般的に各階調の各ドットのサイズは、できれば濃度的にリニアな特性になるように各色毎に予めサイズが調整されていることが望ましいが、プロセス上の制限から完全に合わせ込むことは不可能に近い。例えば、このインクジェットプリンタについて言えば、輝度や濃度をリニアに持っていくよりもインク吐出体積を各ドロップ毎に線形な特性に持っていくことの方が比較的实现は容易である。

【0039】また、各階調のインクドロップ数や駆動波形を調整にしてターゲット特性を合わせることもできないが、この場合駆動波形が複雑になり、冗長的な処理になり易い。また、この基本8階調特性をターゲット特性に合わせ込んでも擬似中間調処理による全256階調再現時においてはターゲットとした理想階調カーブからのずれが生ずるのは必至である。また、これらの特性は使用する用紙の特性がわずかに異なっても大きく影響を受ける。

【0040】従って、設計上は階調特性が大きく歪まない程度にできるだけシンプルな構成とし、ガンマ補正等の処理でエンジンの印字特性を補正することが最も簡単な手法である。但し、少なくとも最大階調値のドットサイズは、エンジンの持つ純解像度の正方ピクセルに対してこれを完全に覆う以上の径で円を形成することが一般的である。

【0041】前記擬似階調処理部24は多値ディザ処理を行うもので、その基本的なハードウェア構成を図5に基づいて述べる。なお、多値ディザ処理の実現構成は、基本的にどのような実現方法をとっても良いが、この図5はその一例である。

【0042】51は主カウンタであり、主走査方向に任意の一定数で周期的にカウントするものである。そのサイズは、ここでは主走査方向128画素カウントまでの周期に対応している。52は副カウンタであり、副走査方向に任意の一定数で周期的にカウントするものである。そのサイズは、ここでは副走査方向128画素カウントまでの周期に対応している。

【0043】53はエンコード部で、このエンコード部

53は前記主カウンタ51及び副カウンタ52から入力されるカウンタ値から、その位置に対応する多プレーンのディザ閾値配列に基づいて、あるエンコードされたMAX6bitのコードを出力する。ここで、MAX6bitにしたことは、入力画像データが8bit、256階調、擬似階調処理後3bit、8階調になるとしたとき、多値ディザ処理で256階調を超えない最大再現階調数を実現することができる閾値の最大個数 x は、 $256 / \{x * (8 - 1) + 1\} \geq 1$ ゆえに、 $x \leq 36$ となり、従って、MAX6bitあれば多値ディザ処理で必要十分な256階調までの擬似階調処理の再現が網羅できることに基づいている。基本的なハードウェア構成はRAM等で簡単に実現できる。

【0044】54はLUT (Look Up Table) 部で、これもRAM等からなり、コード化されたMAX6bitのデータと8bit、256階調の入力画像データに基づいて実際の多値ディザ処理による変換結果を、3bit、8階調で出力するものである。

【0045】このような構成の擬似階調処理部24は、1画素8bit、256階調の入力画像データを、多値ディザ処理により1画素3bit、8階調かつ256階調までの擬似階調表現が可能となる。また、前記エンコード部53、LUT部54がRAM等で構成されているときは、擬似階調処理する以前に、RAMの中身である図6に示したディザ基準閾値配列や図7に示したプレーン間にまたがる多値閾値配列のシーケンスをもとに計算し、テーブル化したデータを各セレクタ55、56、57を介して初期ロードすることにより、任意のシーケンスに変更できる多値ディザ処理が可能になる。

【0046】次に多値ディザ処理のアルゴリズムの具体的な構成について説明する。図6、7に多値ディザ処理のシーケンスアルゴリズムの構成例を示す。説明を簡略化するために非常に小さなサイズのディザ閾値配列で説明をする。

【0047】図6は基準閾値配列であり、ここでは45度のスクリーン角を持つスクリー型ディザマトリクスである。この場合、1画素8値の擬似階調再現数は、 $8 * (8 - 1) + 1 = 57$ 階調であり、本来からすれば階調数が少ないが、説明を簡単化するためこの57階調の構成で説明する。尚、階調数が増えても基本的な処理の構成は何ら変わらない。

【0048】図6の基準閾値配列の場合は図5における主カウンタ51及び副カウンタ52のbit数は共に2bitであり、これをエンコード部53でエンコードした3bitのデータと入力画像データとからLUT部54で多値ディザ処理を行い3bitの画像データとして出力する。

【0049】この図6を基準閾値配列として用いた場合の、深さ方向、すなわち、画素レベル方向の閾値配列のシーケンスを図7の(a)、(b)、(c)に示す。この閾値は

0～255で正規化しておらず単純な閾値の大小の連番で表わしている。なお、図7において横方向の軸項目は基準閾値を表しており、縦方向の軸項目は多値プレーンのレベル番号を示している。

【0050】まず、図7の(a)の閾値配列のシーケンスは、図34の(a)と同じ閾値配列構成であり、理想的な閾値配置ではあるが、印字精度の影響を受け易く濃度ムラや縦スジの問題が発生する。また、図7の(b)の閾値配列のシーケンスは、図34の(b)と同じ閾値配列構成であり、エンジン精度からくる濃度ムラや縦スジの問題は目立ちにくくなるが解像度が落ちるという問題が発生する。また、図7の(c)の閾値配列のシーケンスは、その中間特性を示す閾値配列構成例である。図8に一面均一な中間階調で図6の基準閾値配列を使用したときの上記3種類の多値ディザ処理による印字例を示す。図8の(a)は、図7の(a)による印字結果であり、図8の(b)は、図7の(b)による印字結果であり、図8の(c)は図7の(c)による印字結果である。

【0051】以上のような多値ディザ処理の構成において、上記ディザ基準閾値配列と複数の多値ディザ閾値プレーン間のシーケンスの両面に関してこれらを組み合わせさせてプリンタに最適な画像再現性を実現する手法について以下に述べる。なお、これら2つの基本構成は、画質的な観点から図7に示すようにお互いに何らかの相関性を持っている。また、もう一つ多値ディザ処理の特徴として、説明の簡略化のため図7の(a)のシーケンスを例にとって説明する。

【0052】図9に示すように、多値ディザ処理の出力において2値ディザ処理の出力と同じように印字される画素がオンかオフ(ベタ白)の状態をとるのは閾値的に第1閾値プレーンのみが対象となる低階調部、すなわち、ハイライト部だけである。第1閾値プレーンでの閾値比較がすべてオンになる、より高い階調部ではすべての画素に何らかサイズのドットが埋まっている状態となり、どちらかと言えば非常に空間周波数の高いAM変調的な出力特性となる。この場合、各画素が1つの網点に相当し、この各網点が徐々に成長していくようなイメージとなる。なお、網点自体の再現レベル数は少ない。

【0053】このようなドット形成行程は、同じ解像度であれば2値のオンかオフの状態をとるドット再現方式よりも、特に、粒状性の点においてはるかに高画質な画像を得られることが判っている。さらに、2値ディザ出力と同じFM変調的に再現される第1閾値プレーン中において処理される程度の低階調部においては、通常の2値のプリンタに比べてプリンタのもつ解像度ピッチに対する用紙上に形成されるドットが非常に小さいため粒状性の良い画像を得ることができる。

【0054】また、多値ディザ処理の場合、各閾値プレーン毎に再現しなければならない階調数は、上記シーケンスを例に取れば単純に(プレーン枚数-1)分に分割

できるため、例えば、8値の多値ディザ処理の場合は、 $256 / (8 - 1) \approx 36$ 階調分で済み、この階調再現を7閾値プレーン分繰り返すだけで済む。従って、36階調分だけのパターン設計の最適化を行えば済むので、2値のように全256階調分において周期性がなく、さらに、テクスチャを発生させないようにしなければならない閾値設計に比べ比較的簡単に最適化が行える。

【0055】この例のように、多値の画素を形成できる出力装置である場合、最小ドロップ、つまり第1基本階調ドットから第n基本階調ドット（なお、これは用紙や印字精度によって異なる。）のドットサイズは、そのプリンタのもつ解像度ピッチに対して図4にも示すように、より小さいため、隣接するドット同士は接触しない。このような場合はできるだけ各ドットが分散するようなパターンの設計ができ、その方が視覚的にも好ましい。また、この時さらにディザ閾値配列が視覚上強制的に繰り返し周期が見えないような設計をした方が好ましい。

【0056】このような多値ディザ画像を形成できるプリンタである場合、ドットをなるべく分散させたディザ閾値配列を設計することができるが、一方、実際のプリンタにおいては、主/副走査方向の2次元平面上の両走査方向に対して物理的な精度が全く同じとなることは希であり、通常、プリンタのアーキテクチャによりどちらか一方の精度が落ちることが普通である。インクジェットプリンタの場合は、記録素子であるインク吐出口から吐出されるインク体積や方向のばらつきにより、主走査方向に精度が落ちることになる。

【0057】この時、なるべく全方位にわたって等方的に分散するドットを再現するディザ処理では、印字精度に偏りがあるにもかかわらず等価的な処理が行われるため、印字精度の補償が実質的に行われていないことになる。実印字上の濃度ムラやスジに起因する不必要なノイズ周波数成分がうまく打ち消されない。但し、基本解像度ピッチに対して隣接ドットが離れているような低階調部の場合はこの濃度ムラやスジは視覚に比較的目的立ち難く、ちょうど隣接ドットが接するか接しないか程度の間から高階調部のドットサイズの場合に最も目立つようになる。

【0058】さらに、このような多値のプリンタの場合、基本階調特性にもよるが大抵の場合において低階調部においては微小ドットが局所的に非周期的なランダムに分散されたドットパターンよりも周期的に規則的に分散された組織的ディザによるドットパターンの方が視覚的に好ましい滑らかな出力を得る。但し、人間の視覚特性は水平方向及び垂直方向に強い感度を示すため、隣合うドットが斜め方向に並んでいる方が更に高画質を得ることができる。

【0059】また、用紙上に形成する最大の第7基本階

調ドットを少なくとも基本解像度の正方ピクセルを完全に覆うサイズに設定した場合、他の各基本階調ドット特性は一般的に図10のようになる。なお、図10は、適当な用紙上に各基本階調毎にその同一サイズドットを一面に印字した場合の各濃度を測定したものである。この図から判ることは、第0基本階調濃度、つまり用紙のベタ白濃度から第1ドロップにより全体を埋め尽くされた第1基本階調濃度の差は、他の隣接基本階調間の濃度差よりも大きくなるということである。従って階調再現上非常に重要な低階調部の再現において単純な多値ディザ閾値シーケンスでは低階調部での階調分解能が低くなり、各階調間の濃度変化が大きく、階調ジャンプが視覚に目立ちや易くなる可能性もある。

【0060】上記点を考慮し、図11を用いて、8bit、256階調（0：白、255：黒）の入力階調画像データを擬似中間調処理して各色3bit、8階調（0：白、7：黒）に変換する場合を具体的に説明する。図11は基準閾値配列を示し、マトリクスサイズは30×30である。

【0061】ここで、多値ディザ処理で256階調を超えない最大再現階調数を実現することが可能な異なる閾値の最大個数 x は、 $256 / \{x * (8 - 1) + 1\} \geq 1$ ゆえに、 $x \leq 36$ である。これは言い換えると7プレーンある閾値配列のうち各閾値プレーンが担当する階調数は36階調分と言うことである。つまり、1プレーン中36階調分の出力パターンが存在することになる。因みに、この時全閾値プレーンでは $36 * 7 + 1 = 253$ 階調の階調が再現できる。

【0062】この36階調分を最小単位のマトリクスで構成した場合6×6となり、この各6×6の閾値マトリクス内の任意画素を1つずつオンすることによって36階調分の階調を再現できる。ここで、図11に示すように6×6の閾値配列A1を最小ディザ単位とすると、30×30の全閾値配列A2は、A1の最小閾値配列が主走査方向に5つ、副走査方向に5つの計25個がちょうど収まるサイズである。このようにマトリクスサイズを最小ディザ単位の整数倍にすれば、組織的ディザによる繰り返し処理の繋ぎ目もスムーズに移行でき都合がよい。

【0063】次に基準閾値の配置の仕方であるが、図11の各閾値マトリクス内に記されている数値をもって説明する。なお、閾値マトリクスが空白な部分は5以上の数値が埋められることを意味している。また、ディザ処理は、数字の小さい順に階調が大きくなるに従ってオンになっていく。

【0064】低階調部においては、図11に示すように、各閾値が1～4まで順番にオンされていくがこの閾値配列を見れば判るように、低階調部では局所的に周期的な（6×6単位マトリクス）ディザの閾値配列としてゐる。さらに、この周期的な組織的ディザの閾値配列は、近接画素間で水平あるいは垂直方向に配置されるこ

とがないように工夫されている。これにより低階調部では周期的かつ視覚に目立たない滑らかな階調再現が実現される。また、実験によりこの周期的なディザ配列となる隣接する画素の間隔は、2画素より間隔が開いている。すなわち、水平方向あるいは、垂直方向に1つおきの配置にならないようになっている。このようにすれば低階調部の粒状性は低下しない。

【0065】次に、空白部へ閾値を埋めていく処理を行うが、基本的には各最小ディザ単位の内の1画素が入力階調毎にそれぞれ1つずつオンしていけば全36階調が再現できるわけである。低階調部での周期的な組織的ディザの閾値配置から、次に相対的に中階調部から高階調部にかけて（この例では、閾値5～36の範囲）は、隣接最小ディザブロック間で局所的に非周期である出力パターンとなるような閾値構成を実現させる。

【0066】これを実現させる最も簡単な方法は、乱数により、残りの未閾値化部分である閾値5～36の範囲を決定していく方法である。つまり、個々の最小ディザ単位毎にランダムに次の階調値部分を選択していき、この選択した部分に小さい順に閾値を割り当てる。これにより全マトリクスサイズにわたって、1～36の閾値を割り振ることができる。

【0067】一般的に、乱数により決定された閾値パターンは均一階調面を処理した場合、視覚に不快な連続面を構成することによる障害が生じノイズとなることが判っているが、ここでは低階調部において最も均質に分散された組織的な閾値配列としていること、さらに、マルチレベルによるプリンタにおいては低い基本階調ドットでは隣接するドット同士は接触しないため、2値の場合に比べて視覚に不快な黒塊が認識しにくい。従って、乱数によって閾値を生成しても視覚に不快に感じるような明らかな出力パターンは発生しない。

【0068】一方、さらに好適な閾値の求め方は、各基本ディザ単位内で最も分散性が良くなる部分を周辺の最小ディザ単位をも参照しながら畳込みフィルタ処理により算出していく方法である。この処理を図12の流れ図に示す。

【0069】まず、ステップS1にて、図11の数値1～4で示された閾値の個所がオンになった状態を想定し、このオンの部分を1、残りの部分を0としたサイズ30×30のパターンを初期パターンとする。次に、ステップS2にて、この初期パターンに対して、畳込みフィルタ処理を行い、値が0である位置のパターン内で最も疎になる部分、すなわち、フィルタの演算の結果、最小の値をとる部分を検出する。この時、好適なフィルタの一例として下記式の形状のフィルタを使用すると、優れた出力パターンを得られることが判った。

【0070】

【数1】

$$\text{Filter}(i, j) \propto \exp \left[- \left\{ \frac{i^2}{k_i^2} + \frac{j^2}{k_j^2} \right\}^n \right]$$

【0071】なお、ここで、 i は主走査方向の畳み込み変数、 j は副走査方向の畳み込み変数、 k_i 、 k_j 、 n は任意の定数である。

【0072】そして、 k_i 、 k_j は実際に印字されるドット径（最小ドット径）及びピッチ間隔によって最適な値が決まり、指数部 n はドット形状、特にドットのエッジ形状によって最適な値が決まるようになっている。これは用紙上に印字されるインクドットをパターン化した形状である近似計算モデルである。

【0073】この時同じ値をとる位置が複数ある場合が想定される。これは初期パターンが周期的な組織的ディザであるがため起り易いが、この時どの位置を選択するかをランダムに選択しても最初に得られた位置としても好適な結果が得られる。

【0074】続いてステップS3にて、この検出された位置の画素に対してその順位を保存し、さらに、その位置のビットを0から1に変更したパターンを生成する。なお、この場合は対象が最小ディザ周期単位ではなく、全マトリクスサイズでの一連の順位が決定される。

【0075】これを0のビットパターンが無くなるまで繰り返す行い、全30×30画素の優先順位を決定する。なお、優先順位の割り当ては、既に周期的なパターンで再現する部分（25×4＝100個）を予め最初の順位割り振っておくと、計算行程では101～900までの優先順位が得られ、これを5～36の閾値に割り振ることにより行う。

【0076】この優先順位に従って、閾値を割り当てていく。サイズ30×30のマトリクスの場合、25個の画素ずつ閾値が1つずつ増加していくような割り当てとなる。これにより残りの5～36の閾値を持つ画素の位置が決定され、最終的に30×30のマトリクス内全ての閾値が埋まる。これが30×30サイズのディザ基準閾値配列となる。

【0077】この時、さらに相対的に印字精度の低い方向にドットが連なるように閾値を生成するように、フィルタ演算の重みを主走査方向と副走査方向で相対的に変える。つまり上記数式5式の k_i 、 k_j の値に重みを持たせる。詳しくは、 $k_i < k_j$ とすることにより、印字精度が低い主走査方向に連結し易いパターンを生成することができる。なお、この連結の強度は、 k_i 、 k_j の比率を変えることにより、図13に示すように印字精度に応じて最適に設定することが望ましい。

【0078】これにより多値のプリンタの場合、非等方に生成される基準閾値配列は、単独では印字精度に対して大きな補正効果を持つことはないが、各閾値プレーン間のシーケンスと組み合わせることで、濃度ムラやスジ

といった印字誤差を大きく緩和する作用を持てるようになる。なお、2値のプリンタで2値ディザ処理を行う場合は、最初から解像度ピッチに対して大きなドットが隣接画素間で連結するため濃度ムラやスジに対して強くなる。従って、この基準閾値配列のみで効果を有する。

【0079】なお、この周期的な組織的ディザによる閾値の配置と、局所的に非周期的なディザ閾値の配置との切り替わりは、基本ディザ単位内の画素数のおよそ1/10程度が良いことが分かった。これはあまり多くの画素を組織的ディザの閾値で固定してしまうと、空いている領域の自由度が著しく低くなってしまいうために、特定階調で逆に不自然なテクスチャ等が発生してしまう可能性があるからである。実験的には、周期的な組織的ディザで構成する範囲は、基準閾値範囲の0~20%程度までが良い結果を得ている。

【0080】また、マトリクスサイズであるが、このサイズが余りにも小さいと周期性あるいは不要なテクスチャが見えてしまうので、冗長的ではない適当なサイズが必要である。この最適サイズは、各ドットの基本特性及び用紙との相性により変化する。各基本階調画素のドット設計上、極端に大きな非線型性を示すことが無いようであれば、1画素M階調の入力階調画像データを多値ディザ処理して1画素N ($M > N > 2$) 階調のより小さい階調数の画像データへ変換する場合には、多値ディザ処理のマトリクスサイズをK×L、多値化した後の出力階調数をN階調とおくと、

【0081】

【数2】

$$\frac{2^6}{\sqrt{N-1}} \leq \sqrt{K \times L} \leq \frac{3 \times 2^6}{\sqrt{N-1}}$$

【0082】の範囲の整数となるように設定し、また特に正方マトリクス (L×L) の場合には、

【0083】

【数3】

$$\frac{2^6}{\sqrt{N-1}} \leq L \leq \frac{3 \times 2^6}{\sqrt{N-1}}$$

【0084】の範囲の整数となるように設定するようになれば周期性及びテクスチャの発生を押さえることができる。この最小限界値の方は視覚的な我慢限界を示し、最大限界値の方は冗長的なサイズにならない限界を示す。なお、これによって導き出されるマトリクスサイズは、2値のストカスティックディザ一般にいわれている128×128以上の好適サイズに対して、もはや大規模マトリクスサイズとは呼べない小さなサイズとなり、より小さなハードウェア構成で実現することができる。

【0085】さらに、組織的ディザの基本周期で割り切れる整数値をとることを考えると、上記2つのマトリクスサイズの条件を満たす、例えば、図11の右側に示す

ように30×24等の非正方のマトリクスでも良い。

【0086】ここでは最小ディザ単位を正方マトリクスとした例について述べたが、図14に示すように最小ディザ単位を長方マトリクスにしても良い。図14においては、8bit、256階調 (0:白、255:黒) の入力階調画像データを擬似中間調処理して各色2bit、4階調 (0:白、3:黒) に変換する場合を例として説明する。

【0087】この場合、多値ディザ処理で256階調を超えない最大再現階調数を実現することが可能な異なる閾値の最大個数xは、 $256 / \{x * (4-1) + 1\} \geq 1$ ゆえに $x \leq 85$ である。これは言い換えると3プレーンある閾値配列のうち各閾値プレーンが担当する階調数は85階調分と言うことである。なお、必ずしも85階調にする必要はなく、説明をわかりやすくするために、今回は80階調分の出力パターンを各閾値プレーンが担当するようにしている。因みに、この時全閾値プレーンでは $80 * 3 + 1 = 241$ 階調の階調が再現できる。

【0088】この80階調分を最小単位のマトリクスで構成した場合10×8となり、この10×8の閾値マトリクスの任意画素を1つずつオンすることによって80階調分の階調を再現できる。ここで、図14に示すように10×8の閾値配列B1を最小ディザ単位とすると、40×40の全閾値配列B2は、B1の最小閾値配列が主走査方向に4つ、副走査方向に5つの計20個がちょうど収まるサイズである。

【0089】このようにマトリクスサイズを最小ディザ単位の整数倍にすれば、組織的ディザによる繰り返し処理の繋ぎ目もスムーズに移行でき都合がよい。なお、図14では主走査方向に10画素、副走査方向に8画素として最小ディザ単位を構成しているが、この割り振り方を主/副走査方向に入れ替えても別に差し支えない。

【0090】また、全ディザマトリクスのサイズは、以下の条件にも合致していれば

【0091】

【数4】

$$\frac{2^6}{\sqrt{N-1}} \leq \sqrt{K \times L} \leq \frac{3 \times 2^6}{\sqrt{N-1}}$$

【0092】により、例えば、40×48等の非正方のマトリクスサイズとしても良い。

【0093】図11、及び図14の例では、最小画素数構成のディザマトリクスに対して強制的に斜め成分を持たせる構成とした例であるが、上述した手法を使えば、例えば、図15に示すように、適当な階調数、適当な角度、適当なマトリクスサイズを持つスクリーンディザマトリクスに関して、この低階調部のパターンのみ使って同様に全マトリクス内の閾値を生成できる。この場合も当然前記2つの各マトリクスサイズの条件は満足する。

【0094】また、再現する全階調数は常に256階調

にする必要はなく、スクリーンディザマトリクスを使用する場合でも固有の階調再現数が決定されてしまうので、視覚を満足させる適当な階調数を再現できれば良い。このように低階調部においては、周期的な組織的ディザの法則に沿ったパターンを用いて基準閾値配列を算出することになる。

【0095】次に、他の好適な例について述べると、低階調部においては局所的に非周期的なランダムな出力特性を持つパターンとなるように、ディザの基準閾値配列を設定し、中間階調部から高階調部にかけては、相対的に印字精度が低い走査方向にドットが優先的に連なる非等方的な出力パターンとなるようにディザの基準閾値配列を設定する。

【0096】これは低階調部において、周期的にドットを再現させるよりも、局所的に非周期的に分散させてドットを再現させた方が視覚特性上綺麗な出力が得られる場合が当てはまる。この場合も基準閾値配列の0～20%の範囲が、印字精度によって中間階調部から高階調部での出力特性とは異なる特性を示す範囲となる。すなわち、中間階調部から高階調部では、印字精度に関わらず濃度ムラやスジが常に見え易いが、低階調部では印字精度によって相対的に濃度ムラやスジが見えにくい状態が発生しやすいという特性がある。

【0097】ここで実際に印字精度の変動による濃度ムラやスジが比較的に目立たない低階調部においても、プリンタにより印字された出力の見え具合により、以下に示すように低階調部の閾値の設定を切り替えても良い。

【0098】すなわち、低濃度部において印字ムラやスジが目立たないプリンタの特性の場合での閾値設定は、図11に示すパターンの代わりに、完全に等方的で、確率統計的にマトリクスの主走査方向／副走査方向の各行／各列に均一数の出力ドットが発生するような出力パターンを求めこれを初期パターンとして用いても良いし、任意均一階調を、最適化した誤差拡散アルゴリズムで処理して得られたパターンを初期パターンとして用いても良い。

【0099】そしてこの初期パターンを用いて、それ以上の高階調部の閾値をランダムに作成するか、畳込みフィルタを使って、相対的に印字精度が低い走査方向にドットが優先的に連なる非等方的な出力パターンとなる閾値を求める。また同様に、この中間階調部から高階調部にかけての連結強度は、印字精度に応じて最適に設定することが望ましい。また、低階調部側での閾値の割り振りは、組織的ディザのパターンのように最初から順序が決定されているわけではないので、予め順序を確率統計的に各低階調部においてマトリクスの各行／各列に均一数の出力ドットが得られる閾値を求めても良いし、高階調側の閾値算出手法を低階調側に当てはめて算出しても良い。マトリクスサイズも比較的小さく、低階調側の階調数はたかだか知れているので手動で最適化を行うこと

も容易である。

【0100】また、低階調部においても実際に比較的に濃度ムラやスジが目立ってしまうプリンタの特性の場合は、低階調部から率先して相対的に印字精度が低い走査方向にドットが優先的に連なる非等方的な出力パターンとなるようにディザの基準閾値配列を設定する。この場合の閾値設定は、図11に示すパターンの代わりに、完全に非等方的で、強制的にマトリクスの主走査方向に連なる出力ドットが発生するような出力パターンを求め、これを初期パターンとして用いても良いし、任意の均一階調を主走査方向に出力が連続するように誤差拡散マトリクスの係数を最適化した誤差拡散で処理した出力パターンを初期パターンとして用いても良い。なお、初期パターンとして、別に低階調部において主走査方向に連結する特性を示す組織的ディザの閾値配列を用いても良い。そしてこの初期パターンを用いて、それ以上の高階調部の閾値を前記手法と同様に求める。

【0101】これにより低階調部において、周期的にドットを再現させるよりも、局所的に非周期的にドットを再現させた方が視覚特性上好ましい場合においても、全階調域で最適な出力が得られるようになる基準ディザ閾値が求められる。また、中間階調部から高階調部では印字ムラやスジを目立たなくさせるために非等方的なパターンとなる基準ディザ閾値を得ることが出来る。

【0102】先に述べたように、これにより生成した基準閾値配列の各種は、多値のプリンタでは印字精度に対して単独では大きな補正効果を持つことはないが、次に述べる各閾値プレーン間のシーケンスと組み合わせることで、濃度ムラやスジといった印字誤差を大きく緩和する作用を持てるようになる。

【0103】上記では基準閾値配列について述べたが、次に上記で得られた基準閾値配列を各マルチレベルプレーン方向に展開する手法について述べる。先に説明したように、多値ディザ処理のシーケンスにより、面積変調で階調を再現するプリンタではそのドット出力特性は大きく異なってくる。上記2つの基本構成（基準閾値配列と閾値プレーン間のシーケンス）において、印字ムラ、スジ等の印字精度の補償に関して言えば、複数の多値ディザ閾値プレーン間のシーケンスを変更することによる画質改善効果の方が大きい。

【0104】プリンタのアーキテクチャにより閾値シーケンスが限られてくる場合とは異なり、本実施の形態のようなプリンタでは比較的に容易に閾値プレーン間のシーケンスを変更できる。但し、基本的に閾値プレーン間のシーケンスを変更することにより、印字精度からくる印字ムラやスジ等を比較的に抑制する効果を持つ反面、解像度と階調再現性に対して大きく影響を及ぼすため、注意深く設計されていなければならない。

【0105】また、ここでは閾値シーケンスに関して大きく2つの最適化のための工夫を取り入れている。先

ず、1つ目の最適化として、図10を用いて説明する。図10は先に説明したように、面積変調で画像を再現する出力装置の一般的な出力濃度特性であり、中間階調部から高階調部に比べて低階調部の再現分解能が低い。これは低階調部において、基本1階調の同一サイズのドットを用紙の白地部に階調が1ステップ上がる毎に基準閾値配列に従って順番に配置していくよりも、第1基本階調のみでなく、第2基本階調以降のドットを適度に織り交ぜて印字した場合の方が階調再現上滑らかな隣接階調間の濃度変化を得られやすい場合があるということを意味することになる。

【0106】この様子を図16に示す。図16の(a)は、図7の(a)と同じ、解像度を最も高くする場合のシーケンスによるドット成長行程である。一方、図16の(b)に示すように、最小ドットのみで構成でなく、別のサイズのドットを織り交ぜてやることで理論上は同じ濃度の出力を得ることができる。ここで図10の出力特性から考えると、濃度的な変化は、図16の(b)の成長行程の方が各隣接階調間では滑らかな濃度変化が得られる場合があるということである。但し、この場合、基本1階調ドットより大きなドットを低階調部に出力させるわけであるから、視覚上その大小の不快なパターンが見えないことが前提である。

【0107】ここで最適なドット出力パターンを得るための好適な方法としては、図17の(a)に示すような成長を示す基本1階調のドットのみを埋めていく出力パターンの代わりに、図17の(b)に示すように、周期的な組織的ディザの出力パターンを示す階調までの部分のみ、つまり第1基本階調のドットを全体に配置する前に、数基本階調分、先にドットを成長させることである。このドットが視覚に大きく認識できない程度の基本階調であれば、図17の(a)に示す出力パターンより速かに滑らかな階調となって見えるわけである。

【0108】この図17の(b)の出力パターンに従った閾値シーケンスを図18に示す。この例では、周期的な組織的ディザの出力を示す基準閾値は4までであり、この対応する位置に対して基本3階調までのドットを優先的に出力させている。なお、この処理は、出力パターン自体を視覚に対して好適なものにする効果の他、隣接ドット間が離れているため印字精度等にも強い出力パターンが得られるという点においても有効である。この有効範囲は全入力画像データが取りうる階調範囲のうち、その値がおよそ0から10%の範囲であると、効果がより発揮される。

【0109】上記においては、周期的な出力パターンに対して、基本3階調までのドットを優先的に出力させる場合について述べたが、実際、このシーケンスの設定は、基本階調特性のドット径によって大きく左右される。つまりプリンタのもつ純解像度によって基本ドットサイズは決定されるが、例えば、同じ出力階調数でも3

00dpi/600dpiでは基本となる最小ドットのサイズ及びピッチは異なる。また、解像度が高くなればその実質的な設計の難易度により、理想ドット径に対して実測されるドットの特性は大きくずれた非線形的なものになってしまう。

【0110】従って、これら様々な要因による異なる基本階調特性（特にドット径）によってシーケンスの設定は上記した規則に従って図19の(a)、(b)に示すように任意最適化される。また、このシーケンスの設定は同様に印字精度により上記した規則に従って図19の(a)、(b)に示すように任意最適化される。

【0111】一方、シーケンスに関するもう一つの好適な例、例えば、第1基本階調において均一にドットを割り振った場合において第1基本階調のドット特性が極めて微小で良好な特性をもつもので、周期的な組織的ディザ配列よりも視覚に満足する出力が得られる場合について述べると、経験的に0~20%の入力画像で再現される画像に対しては、隣接の画素ピッチ間隔に対して、構成される画素のサイズが小さいため、濃度ムラや縦スジ等が目立たないことを利用して、この範囲にある入力画像に対しては空間周波数を上げるようにディザ閾値配列を与える。図20に一例を示す。

【0112】これにより入力画像データが低階調部のときに変換した多値画像データにより出現するドットパターンの種類は実質的により少なく、入力画像データが中間階調部から高階調部にかけての範囲のデータのときには、変換した多値画像データにより出現するドットパターンの種類が低階調部に比べて実質的に多くなる。

【0113】これによりプリンタの階調再現では非常に重要な要素である低階調部での画素を目立たなくし、階調再現性を向上し、濃度ムラやスジが目立ちやすい部分は、ドットの種類を分散して濃度ムラやスジを目立たなくさせることができる。また、ランダムに閾値を配置させる場合とは異なり、各閾値プレーン間に相関があるため基本ディザマトリクスから各プレーンの閾値を自動的に求めることができ、ハードウェアの簡素化も期待できる。

【0114】さらに、様々な要因による異なる基本階調特性（特にドット径）によってシーケンスの設定は、上記した規則に従って図21の(a)、(b)に示すように任意最適化されるものである。また、このシーケンスの設定は、同様に印字精度により上記した規則に従って図21の(a)、(b)に示すように任意最適化されるものでもある。なお、閾値シーケンスに関する例は、これもまた先に説明した基準閾値配列の最適化と組み合わせた場合さらに効果を発揮する。

【0115】図22の(a)は、通常の局所的に非周期的で均一に分散化された基準閾値配列だけに着目した場合についてのおよそ中間階調部での閾値のオン/オフ特性を示す。また、図22の(b)は、相対的に印字精度が低

い走査方向にドットが優先的に連なる非等方的な出力特性を示すパターンとなるように生成した基準閾値配列によるおよそ中間階調部での閾値のオン／オフ特性を示す。

【0116】一方、図23の各パターンは模式的にさまざまな多値ディザ処理で実際に用紙上に印字した場合の出力パターンの様子を示す図であるが、図中点線C-Cで示された部分に相当する画素が、例えばインクヘッドのミスディレクション等の影響で右方向にずれている。なお、図23の(a)～(c)はそれぞれ図7の(a)～(c)のシーケンスにそれぞれ対応している。また、図23の(c)は、基準閾値配列的には、図22の(a)のように等方的規則に沿ったものである。

【0117】一方、図23の(d)はこの実施の形態による出力パターンの様子を示す図であり、基準閾値配列は、図22の(b)の非等方的にしたものに相当する。図23の(d)の場合においては基準閾値配列を横方向に優先的に連結させている。つまり、横方向の隣接画素間の閾値が相対的に近傍の値を取り易くなっており、横方向に優先的にドットが成長しやすい状態をとる。

【0118】これにより図23の(c)においてもそれなりに補正効果は期待できるが、さらに、図23の(d)のような出力パターンを得ることができる、基準閾値配列及び閾値プレーン間シーケンスの構成にすることにより、印字位置精度が低い場合においても、より濃度ムラやスジをより目立たなくさせる効果を発揮する。

【0119】次に、多値ディザ閾値配列にガンマ補正を組み込む場合について説明する。一般的に、擬似中間調処理で再現できる理論階調数は、単位マトリクス内の異なる閾値の総数で決定される。スクリーン系のディザは、パターンのサイズ、角度等の組み合わせ方によって固有の階調再現が可能であり、ストカスティック系ディザ及び誤差拡散では通常フル256階調の再現が可能である。

【0120】しかし、この理論階調数は擬似中間調処理部のみを想定した場合である。実際は擬似中間調処理前段の全ての画像処理部で階調損失が起り得るので、最終的に擬似中間調処理部に入力される画像データは限られた階調数でしかなく、擬似中間調処理部では全く使用されない出力パターンが存在するようになる。

【0121】通常の画像処理の流れでは、色変換—BGR/UCR—ガンマ補正—擬似中間調の順となり、各画像処理部では、デジタル演算処理による丸め誤差あるいは色域圧縮等による階調損失が発生する。ここで色変換部、UCR部での階調損失は、基本的に復元不可能であるので、ガンマ補正部と擬似中間調部における階調再現性について述べる。

【0122】ガンマ補正処理は、エンジンの基本階調特性を、例えば、輝度リニアや濃度リニアなどのターゲット特性に補正するための処理であり、図24に示す関係

がある。つまり測定されたエンジンの基本階調特性からターゲット特性に対して対象となるガンマ補正曲線を用いて入力画像データを変換することにより、最終的に出力される階調特性をターゲット特性に合わせ込む処理である。なお、図ではターゲットカーブは直線であるが、任意の曲線で置き換えることもできる。

【0123】一般的に、ドットを円で表現する面積変調の出力装置の基本特性は、ターゲット特性よりガンマが立った図24のグラフgの直線より上側の特性となる。γ補正の実処理としては各色デジタル1LUT演算で行われることが多い。図24において、デジタル1LUTによる演算では具体的に図25に示すような変換が行われる。低階調部では、デジタル丸め誤差により複数個繰り返し同じデータに変換され、高階調部においては飛び飛びの値に変換される。

【0124】つまり、階調再現上重要な低階調部の再現においては、異なる入力画像であっても出力されるハーフトーンパターンは全く同じパターンとなり易く、高階調部では使用されないハーフトーンパターンが存在し、全体として階調再現数が減少し、画像処理上非常に効率が悪いものになってしまう。この現象は、エンジンの基本特性がターゲット特性から離れているほどデジタル変換精度が落ち、階調再現数が大幅に減少するようになる。但し、インクジェットプリンタに関して言えば、比較的理想的に近い特性を持っている。

【0125】そこで、ここではガンマ補正をハーフトーン処理内部に組み込み、階調損失を理論的に抑制するマトリクスを生成する。2値のディザ処理に関してはガンマ補正を組み込んだディザ閾値生成方法については周知であるが、多値ディザ処理の場合は各プレーン間の基本階調特性が線形的ではないことから様々な閾値プレーン間のシーケンスにすべて対応するようにした場合、従来の手法は適用困難である。

【0126】例えば、1画素8値、マトリクスサイズが 32×32 の時、ある任意の階調に対して、同時にON/OFFが切り替わるドット数は $32 \times 32 \times (8-1) / 255 \approx 28$ 個であり、通常の擬似中間調処理ではこの個数は各階調均等に割り付けられている。

【0127】本処理の基本原理は、このハーフトーン処理において画素のON/OFFを決定する全閾値プレーン間の閾値にガンマ変換特性を組み込み、全閾値プレーンの各閾値処理において画素をONさせる個数をガンマ特性に合わせて制御する。つまり、階調損失を引き起こすデジタル変換のガンマ補正部をスルーして、擬似中間調部でのONドット総数の調整だけで処理を実現することにより、実質階調数を復元する。この場合のON数というのは多値(8値ディザ)の場合、画素レベル方向、すなわち、7閾値レベルのうちの何番目の閾値までONしたかにより1画素につき最大7個のON数があり、この数を示している。

【0128】このガンマ補正が組み込まれた多値ディザ閾値配列の算出の方法を図26の流れ図に示す。まず、ステップS11にて、予めドット数が均等に割り振られた多値ディザマトリクスを用いた多値ディザ処理により実質的なエンジンの階調特性を得る。次に、ステップS12にて、ターゲットの決定を行い、ステップS13にて階調を0にセットする。

【0129】続いて、ステップS14にて、決定されたターゲット特性に合わせて通常のガンマ変換と同様に、各入力階調値に対し、このターゲット特性にあわせて変換するガンマ補正階調値を算出する。このときガンマ補正階調値は整数ではなく、実数として計算させると、より精度を向上できる。

【0130】続いて、ステップS15にて、算出した出力ガンマ補正階調値から、この値に最も近い値を、変化するドット数が各階調均等に割り振られた多値ディザマトリクスの出力特性の曲線上から得てこのときのONドット数に換算する。なお、出力曲線は実際に測定した点を用いて任意補間したものである。この時、出力ガンマ補正階調値を実数で計算させると、1ドット単位までの分解能が得られる。

【0131】続いて、ステップS16にて、閾値優先順位表からON画素分の抽出を行い、ステップS17にて、ONさせるドット数に応じて、全閾値プレーン間の優先順位の小さい順に多値ディザの閾値を割り当て、ステップS18にて、階調を1つインクリメントする。そして、ステップS14からS18の処理を全階調にわたって繰返し行うことで、全閾値プレーンにおいてすべての閾値を埋めることが出来る。

【0132】この時、多値ディザの基準閾値配列は、既に、全ての優先順位が計算されているため、この優先順位を図27の例に示すように各シーケンスに沿って全閾値プレーン間において予め展開し、最終的な全閾値プレーン間の優先順位を求めておく。

【0133】なお、低階調部において周期的なパターンを出力させる場合は、基準閾値配列の優先順位は組織的ディザの規則に沿った優先順位とし、中間階調から高階調にかけては基準閾値配列を求める計算過程で既に基準閾値配列内の優先順位が決定されている。

【0134】図27の例においては、説明を簡単にするため基準閾値は4まで、閾値プレーンは3プレーンとしている。(つまり1画素4レベル及び疑似階調数13階調の簡易なモデルであるが、任意のレベル数及び任意の疑似階調数に拡張できる。)なお、実際には基準閾値の優先順位は1から16間である。ここで、図27の閾値プレーン間のシーケンスを見てみると、まず基準閾値1及び第1閾値プレーンの部分が対象となり、この部分に相当する部分に優先順位が割り振られていく。次に基準閾値1及び第2閾値プレーンの部分が対象となり、この部分に相当する部分に次の優先順位が割り振られてい

く。これをシーケンスの全順番の1～12まで行うことにより、全閾値プレーン間に1から48の優先順位が割り振られる。

【0135】そしてこの優先順位に沿って対応する階調の画素のオンする数だけそれに対応する出力を示す閾値を設定していくことにより、図7の(a)や図7の(b)に示すごとく単純な線形シーケンスのみならず、どのような複雑な閾値プレーン間のシーケンスであっても全閾値プレーンにおいて閾値が一意に決定される。

【0136】以上により、本実施の形態においては、基準閾値配列と閾値プレーン間のシーケンスを最適に組み合わせることで、1つのディザ閾値プレーンの組で印字精度や実際のドットの出力特性に応じて各階調間で最適な出力特性となる多値ディザ処理を行うことが可能となり、さらに、この多値ディザ閾値自体にガンマ補正処理を組み込むことで、より階調再現性の高い画像を得ることが可能となった。

【0137】また、多値ディザ処理においては、入力画像データとディザ閾値が1:1の対応で、入力画像データと最終的に出力される画像データは1:1の関係となるのに対して、濃度パターン法においては、入力画像データと変換閾値が1:K($K \geq 2$)の対応で、入力画像データと最終的に出力される画像データは1:K($K \geq 2$)の関係となるだけである。なお、Kは主走査方向、副走査方向の両方あるいはどちらか一方にどのように拡張してもよい。従って、濃度パターン法に対しても本原理を拡張できることは容易である。

【0138】なお、上記した実施の形態では、基本的に、例えば、ブラックの場合など単色での構成について述べたが、これをそのままカラー画像に拡張することは容易に実現できる。但し、注意を要するのは色間の出力パターンに関して若干の考察が必要となる。カラー画像の場合、通常各色毎に多値ディザ処理を行う。ここでは少なくとも2色以上の色に対して上記した実施の形態の基準閾値配列を持つ多値ディザ処理の構成を適用する。

【0139】いくつかの色は上記した実施の形態の基準閾値配列の構成を使用しなくても良い。例えば、Yellowのように視覚に極めてドット粒子が目立ちにくい色に関しては、上記した実施の形態の基準閾値配列の構成を用いず、単純な従来型のディザ閾値配列を適用しても良いし、Blackのようにエッジをより強調させたいような色の場合は多値誤差拡散処理を適用して、よりエッジ効果を強める処理を行うこともできる。

【0140】一方、上記した実施の形態の処理を適用する色の場合は、例えば、全く同じ閾値パターンを各色に適用すると、Dot-On-Dotの出力パターンとなり、出力特性の変動等によりドット印字位置がずれた場合、色ムラ等に弱くなってしまうという問題があるため、各色毎に基準閾値配列を異ならせる必要がある。こ

の場合に各色毎に基準閾値配列を個別に作成しても良いが、一度作成した基準閾値配列を反転や回転、あるいはシフトといった操作により作成した方がより容易に実現である。

【0141】これは一般的に、2値のプリンタの場合は各色のパターンの相関性により、より色モアレに関してはシビアな設計が要求されるが、多値のプリンタの場合は各色のパターン自体の組み合わせによる色モアレは発生しにくいいため、比較的簡単な閾値の変更操作により、高精細な画像が得られることが期待できるからである。また、もともと分散性の強い閾値配列でもあるので上記閾値操作でも十分である。但し、低階調部を周期的な規則的組織的ディザで画像を再現する場合は、それに対応する階調部分に対しては周期性が非常に強いパターンとなるために、色間の干渉を考慮して適度な閾値設計が必要となる。

【0142】この好適な一例としては、最小ディザ単位における閾値の割り当てを、例えば、図28に示すように反転や回転あるいはシフトといった操作により再配置するか、あるいはまったく別のパターンを新規に作成し、この新規作成した基準閾値パターンをもとに全マトリクス内の閾値を再生成すれば良い。この時、図28に示すように各色間での低階調部においては、同じ位置にドットが重ならず、なるべく並置されるようにドットが配置されることが好ましい。これは低階調部であるにもかかわらずドットが重なってしまう部分は実質2次色となり、ドットの存在自体がより視覚に目立ってしまうからである。さらに、この階調部分は周期性を持たせてあるため、この周期性も目立ちやすくなってしまうからである。

【0143】一方、カラーに関する閾値プレーン間のシーケンスに関しては、各色成分の実質上の印字精度によりそのシーケンスを最適に設定することが可能である。これは色毎の各多値ディザ処理が独立に処理されるためであり、この構成は容易に実現できる。

【0144】また、統計的な印字精度が同じでも、一般的に各色により濃度ムラや縦スジの視覚への影響は大きく異なることが知られている。例えば、同じ印字精度の時は、Y-C-M-Kの順に、より視覚にノイズとして目立つとされている。そこで、各色による多値ディザ処理において、各色毎に閾値プレーン間のシーケンスを適宜変更して擬似階調処理を行うことにより、より最適な出力画像を得ることができる。

【0145】以上、ここでは、CMYKの4色のカラーについて述べたが、これは4色に限らず、CMYの3色、あるいは他の色の組み合わせでも容易に実現できる。また、この実施の形態では全般にわたって多値ディザ処理について説明したが、閾値プレーン間シーケンスの設定等、多値に限定された処理の部分を除けば大部分は2値のディザ処理にも容易に適用できるものである。

【0146】なお、この実施の形態では多値ディザ処理について説明をしたが、これに限る必要はなく当業者であれば容易に濃度パターン法等にも応用できる。また、この実施の形態では2次元平面画像出力手段としてプリンタを使用した場合について述べたが必ずしもこれに限定するものではなく、CRTディスプレイや液晶ディスプレイなどのディスプレイを2次元平面画像出力手段として使用してもよい。

【0147】

【発明の効果】本発明によれば、粒状性を向上でき、かつ写真画像に適し、階調再現性に優れた疑似階調処理ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における全体のハードウェア構成を示すブロック図。

【図2】同実施の形態における画像処理部の構成を示すブロック図。

【図3】同実施の形態におけるプリンタエンジンの構成を示すブロック図。

【図4】同実施の形態における各階調の画素サイズを示す図。

【図5】同実施の形態における疑似階調処理部の構成を示すブロック図。

【図6】同実施の形態におけるディザ基準閾値配列を示す図。

【図7】同実施の形態における閾値プレーンにおけるシーケンスの一例を示す図。

【図8】図7の多値ディザ処理による各出力例を示す図。

【図9】図7の(a)のシーケンスにおける画素成長例を示す図。

【図10】多値ディザ処理の基本階調ドット特性を示すグラフ。

【図11】同実施の形態における基準閾値配列を示す図。

【図12】同実施の形態における閾値生成処理を示す流れ図。

【図13】同実施の形態における各基本ディザ閾値におけるドット再現を示す図。

【図14】同実施の形態における他の基準閾値配列を示す図。

【図15】同実施の形態における他の基準閾値配列を示す図。

【図16】同実施の形態における各シーケンスの画素成長例を示す図。

【図17】同実施の形態における各シーケンスの他の画素成長例を示す図。

【図18】同実施の形態におけるシーケンスの一例を示す図。

【図19】図18に示すシーケンスの変更例を示す図。

【図20】同実施の形態におけるシーケンスの他の例を示す図。

【図21】同実施の形態におけるシーケンスの他の例を示す図。

【図22】同実施の形態における基本ディザ閾値におけるドット再現を示す図。

【図23】印字ムラを含んだ各シーケンスにおける出力パターンを示す図。

【図24】ガンマ特性及びその補正を説明するための図。

【図25】通常のテーブル変換によるガンマ変換を示す図。

【図26】同実施の形態におけるガンマ補正を組み込んだ全閾値プレーン間のディザ閾値を決定する処理を示す流れ図。

【図27】同実施の形態において全閾値プレーン間の優先順位を求める操作を説明するための図。

【図28】同実施の形態における各色間の低階調部のドットの配置関係を示す図。

【図29】ライン記録ヘッド及びその印字例を示す図。

【図30】2値ディザ処理のアルゴリズムを示す図。

【図31】図30の2値ディザ処理による印字出力例を示す図。

【図32】多値ディザ処理のアルゴリズムを示す図。

【図33】図32の多値ディザ処理による印字出力例を示す図。

【図34】多値ディザ処理のシーケンスを示す図。

【符号の説明】

24…擬似階調処理部

32～35…インクジェットヘッド

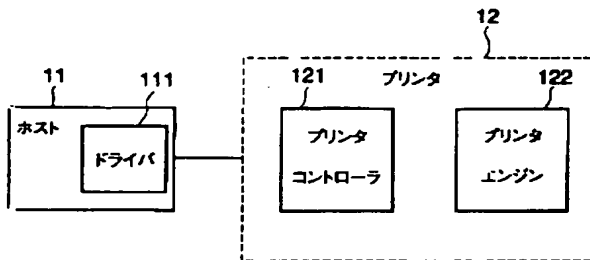
51…主カウンタ

52…副カウンタ

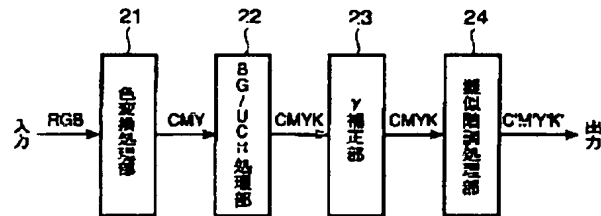
53…エンコード部

54…LUT部

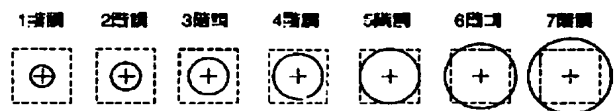
【図1】



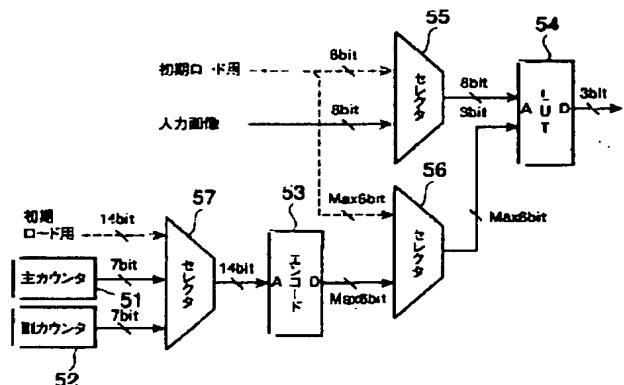
【図2】



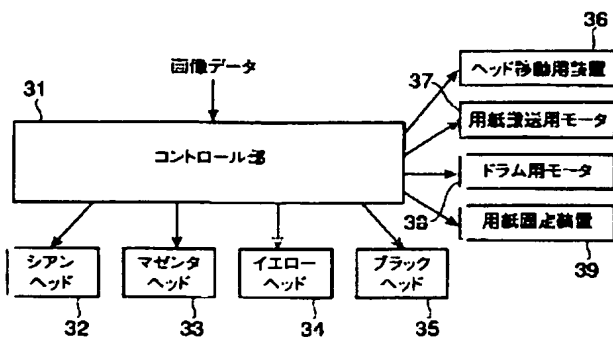
【図4】



【図5】



【図3】



【図6】

7	8	5	6
4	1	2	3
5	6	7	8
2	3	4	1

【図7】

(a)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15	16
3	17	18	19	20	21	22	23	24
4	25	26	27	28	29	30	31	32
5	33	34	35	36	37	38	39	40
6	41	42	43	44	45	46	47	48
7	49	50	51	52	53	54	55	56

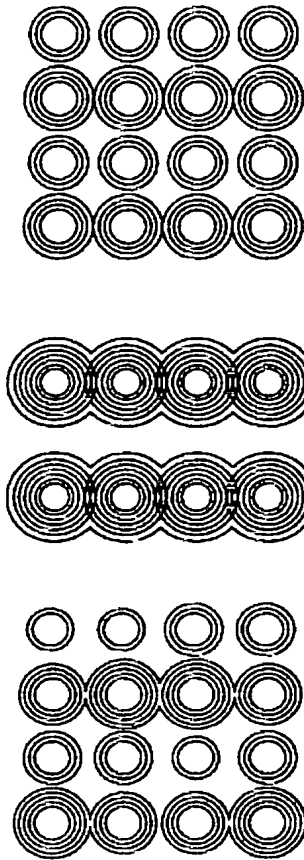
(b)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	9	17	25	33	41	49	57
2	2	10	18	26	34	42	50	58
3	3	11	19	27	35	43	51	59
4	4	12	20	28	36	44	52	60
5	5	13	21	29	37	45	53	61
6	6	14	22	30	38	46	54	62
7	7	15	23	31	39	47	55	63

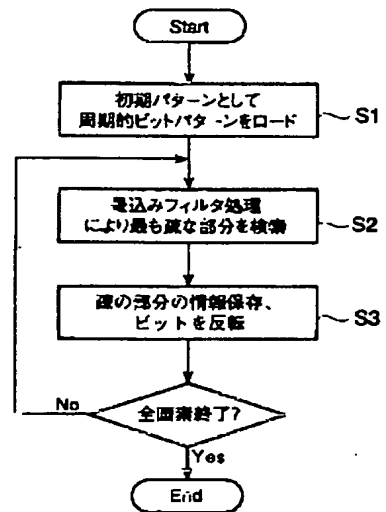
(c)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	10	27	34	41	48	55	62
2	2	11	28	35	42	49	56	63
3	3	12	29	36	43	50	57	64
4	4	13	30	37	44	51	58	65
5	5	14	31	38	45	52	59	66
6	6	15	32	39	46	53	60	67
7	7	16	33	40	47	54	61	68

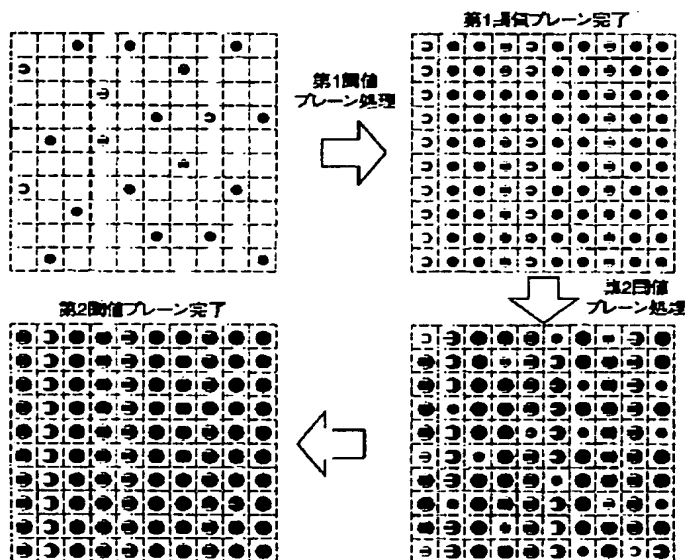
【図8】



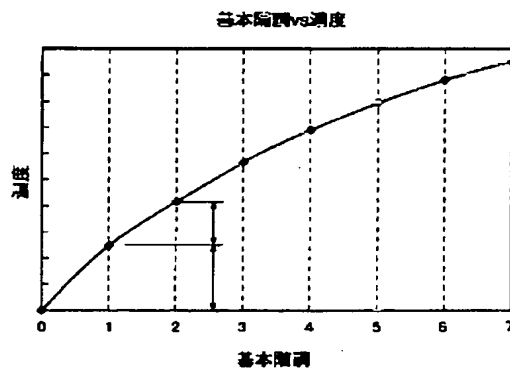
【図12】



【図9】



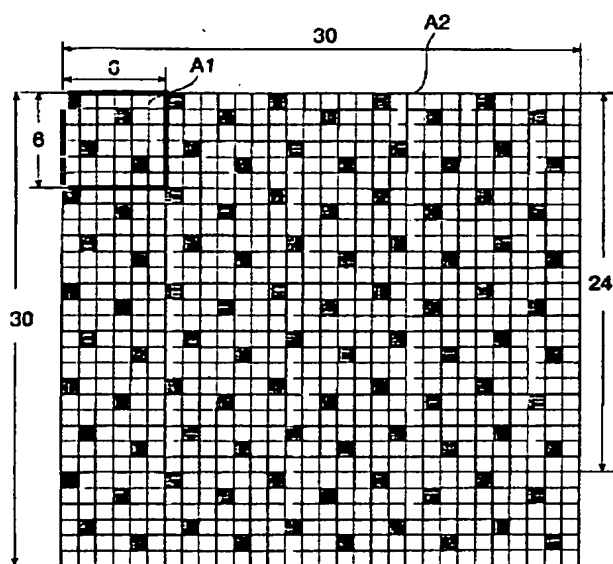
【図10】



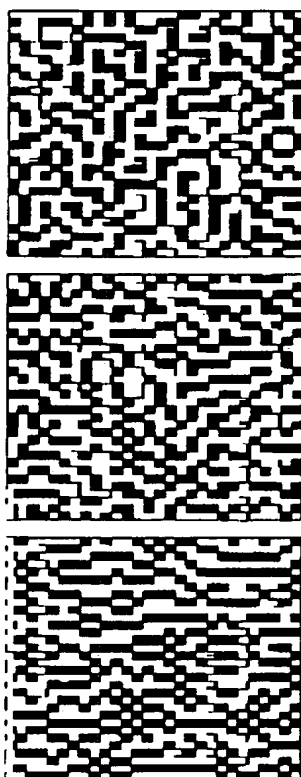
【図25】

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265										
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓															
0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	4										243	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265

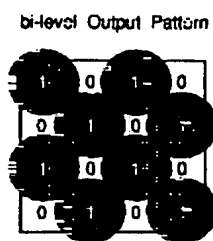
【図11】



【図13】



【図31】

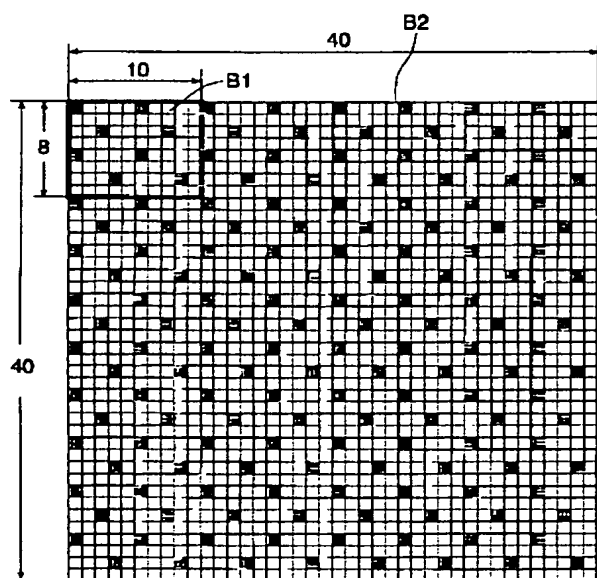


22

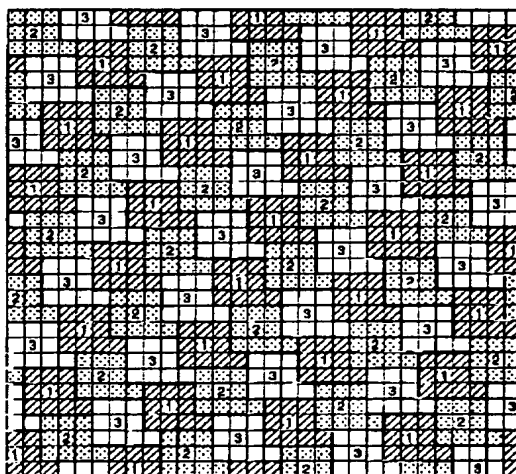
逆結線点

23

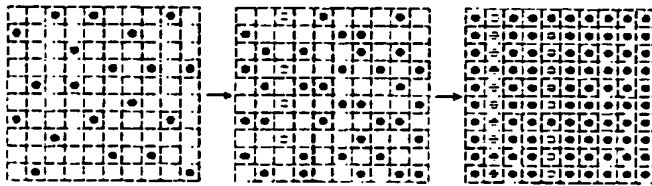
【図14】



【図15】



【図16】



【図21】

基準画素値

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
2	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
3	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
4	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	
5	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
6	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
7	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	
8	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	

(a)

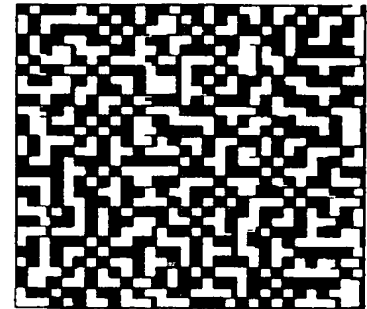
基準画素値

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
2	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
3	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	
4	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	
5	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	
6	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	
7	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	

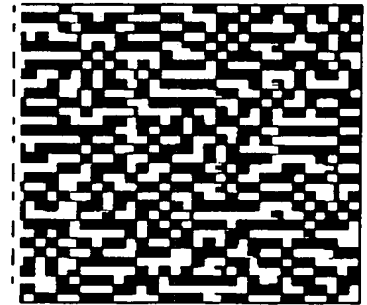
画素ブレイク

(b)

【図22】

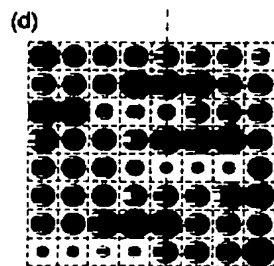
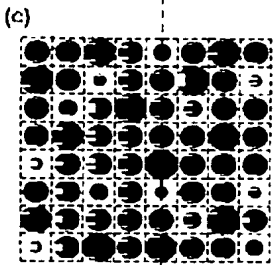
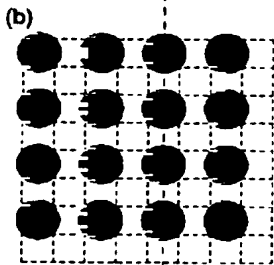
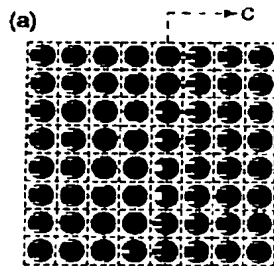


(a)

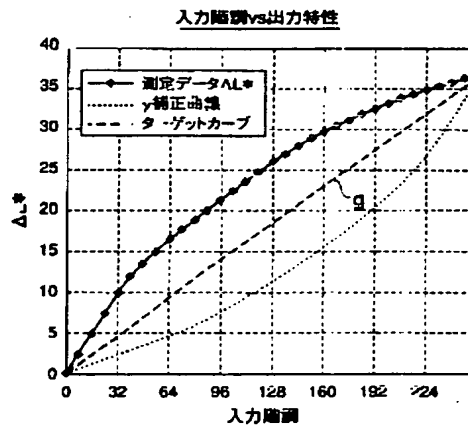


(b)

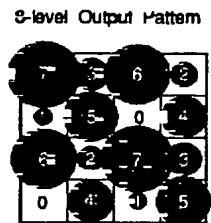
【図23】



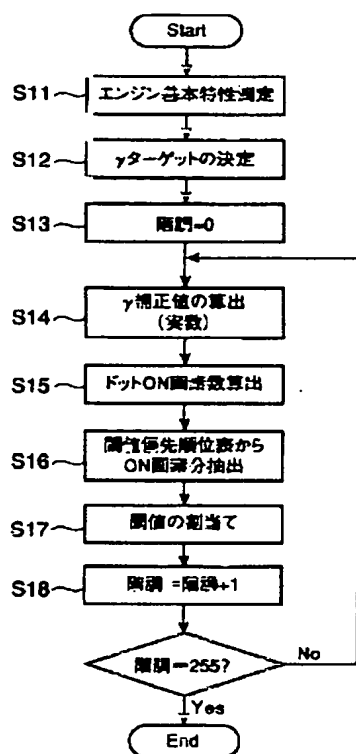
【図24】



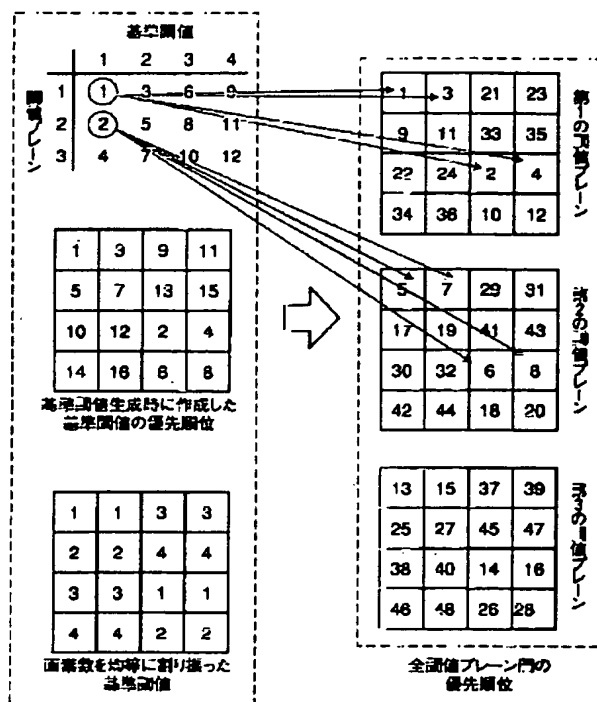
【図33】



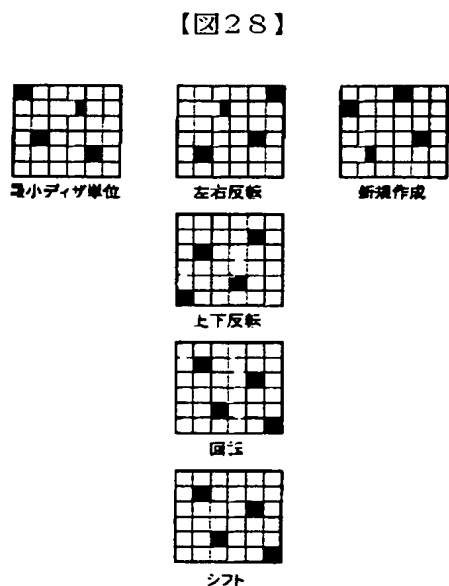
【図26】



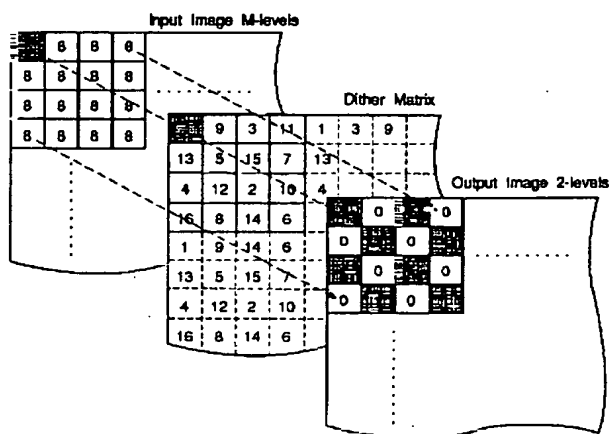
【図27】



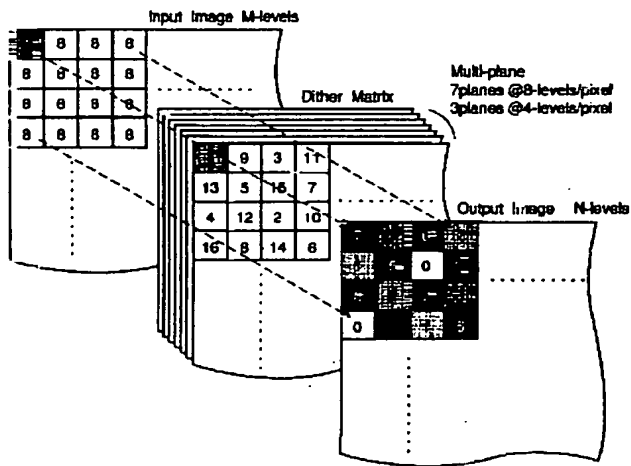
【図30】



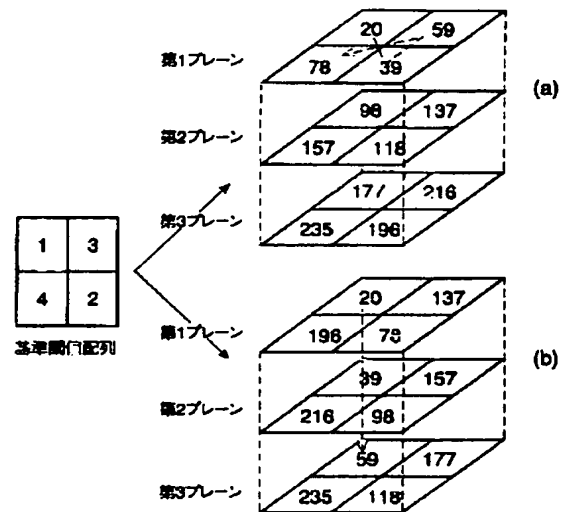
【圖28】



【図32】



【図34】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B057 AA11 BA02 CA01 CA02 CA08
 CA12 CA16 CB01 CB02 CB08
 CB12 CB16 CC01 CE11 CE13
 5C077 MP01 MP08 NN09 PP15 PP61
 PP68 PQ08 PQ17 RR09 RR16
 TT02 TT06